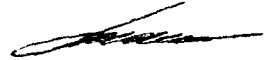


*На правах рукописи*



**ПЕРЕИН Владимир Николаевич**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗВЕДКИ И КОМПЛЕКСНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

*Специальность 08.00.05 – экономика и управление  
народным хозяйством (экономика природопользования)*

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук**

**Апатиты – 2013**

Работа выполнена в институте экономических проблем им. Г.П. Лузина  
Кольского научного центра РАН

**Научный руководитель:**

заслуженный экономист РФ,  
доктор экономических наук, профессор  
**Ларичкин Федор Дмитриевич**

**Официальные оппоненты:**

**Столбов Александр Григорьевич,**  
доктор экономических наук, профессор,  
Мурманский государственный технический университет,  
профессор кафедры менеджмента

**Табурчак Петр Павлович,**  
доктор экономических наук, профессор,  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),  
заведующий кафедрой менеджмента и маркетинга

**Ведущая организация:**

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Защита состоится «01» июня 2013 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 307.009.01, созданного при Мурманском государственном техническом университете, 183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «26» апреля 2013г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат экономических наук



Савельев А.Н.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Мировой объем добычи полезных ископаемых в последнее столетие возрастает почти на 10% в год, составляя в настоящее время около 500 млрд. т, при этом из недр ежегодно извлекается и более 800 млрд. т вмещающих пород. В связи с первоочередной отработкой наиболее доступных и богатых месторождений и необходимостью вовлечения в эксплуатацию все более бедного сырья наблюдается тенденция превышения темпов накопления горнопромышленных отходов (ГПО) над темпами роста промышленного производства.

Нарастающее негативное воздействие ГПО на природные экосистемы зачастую приводит к их необратимому разрушению, которое постепенно принимает глобальный характер, обуславливая особую актуальность исследования возможностей минимизации удельных объемов образования ГПО во всех видах производств, с другой стороны максимизации комплексного использования их ценных составляющих в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР) на экономически рациональной основе и реабилитации нарушенной природной среды.

Развитые страны мира и Европы добились высоких уровней использования ГПО в качестве ВМР и планируют в ближайшей перспективе полное прекращение практики захоронения отходов. При этом происходил переход от концепции безопасного обращения с ГПО, к концепции так называемого «промышленного метаболизма», которая основана на комплексной оценке экономической эффективности мер по защите окружающей среды на всех стадиях производства и потребления продукции, начиная от добычи полезных ископаемых и заканчивая ликвидацией производимых материалов и изделий после истечения срока эксплуатации.

Использование ВМР представляет собой многоплановую проблему, охватывающую все отрасли материального производства, сферу услуг, экспорт и импорт, ресурсопотребление, ресурсосбережение, охрану и реабилитацию окружающей среды.

В России низкий уровень использования ГПО в качестве ВМР, обусловлен не отсутствием технологических разработок, а несовершенством организационно-экономического механизма обращения с отходами, методов их стоимостной оценки, методологии оценки экономической эффективности комплексной утилизации их ценных составляющих, отсутствием у предприятий реальных экономических стимулов переработки ГПО, что определяет **актуальность** и выбор темы исследования.

Актуальность темы определяет цель исследования.

**Целью диссертационной работы** является решение научной проблемы обоснования экономической эффективности комплексной утилизации горнопромышленных отходов.

Поставленная цель определила необходимость решения следующих основных задач:

- на основе обобщения отечественного и зарубежного опыта обосновать значение и необходимость рационального обращения с ГПО как составной части рационального экологосбалансированного природопользования;
- проанализировать состояние сферы обращения с ГПО в России и выявить основные барьеры на пути масштабной комплексной утилизации ГПО;
- обобщить современные методические подходы к стоимостной оценке ГПО как ВМР и разработать методику экономической оценки эффективности комплексного использования их ценных составляющих;
- разработать методику обоснования основных параметров кондиций для оконтуривания и подсчета промышленных запасов многокомпонентного техногенного сырья;
- обосновать методику определения объективных цен на ГПО и перспективных цен на продукцию, получаемую из сырья техногенного месторождения;
- выполнить экономическую оценку эффективности комплексной утилизации отходов обогащения ОАО «Ковдорский ГОК».

**Объект исследования** - совокупность текущих и накопленных многокомпонентных отходов обогащения горнопромышленного комплекса.

**Предмет исследования** – экономический анализ комплексного использования горнопромышленных отходов.

**Исследование выполнено** в соответствии с п. 7.23 Паспорта специальностей ВАК: «Отходы. Экономический анализ использования вторичных ресурсов отрасли (межотраслевого комплекса)».

**Степень разработанности проблемы.** Научные основы разведки, технологии, экономики рационального комплексного освоения и использования ресурсов недр разработали отечественные ученые и специалисты: Агошков М.И., Астахов А.С., Банный Н.П., Бенуни А.Х., Бобылев С.Н., Быбочкин А.М., Вернадский В.И., Верхотуров А.Д., Виноградов В.Н., Гатов Т.А., Гирусов Э.В., Грацерштейн И.М., Калинин В.Т., Киперман Ю.А., Комаров М.А., Кузнецов Г.Д., Ларичкин Ф.Д., Лексин В.Н., Мельников Н.В., Михайлов Б.К., Первушин С.А., Резниченко В.А., Сечевица А.М., Трубецкой К.Н., Федосеев В.А., Ферсман А.Е., Чантурия В.А. и др.

Зарубежные исследователи Друри К., Хан Дитгер, Fontain С., Court Н., Culmann Н., De Narbonn М., Lawrence L., Schlatter С., Slater К., Wootton С. и др. терминологию и понятие комплексного использования сырья практически не используют и исследуют, в основном, только распределение совокупных затрат комплексного производства между основным (це-

левым) и, так называемыми, попутными (побочными, сопутствующими) продуктами (компонентами).

Ключевое значение для социо-эколого-экономической эффективности рационального природопользования имеет основополагающая теория ноосферы акад. В.И. Вернадского, направленная на рациональное научное преобразование биосферы в «ноосферу» - сферу разума в соответствии с законами сохранения и поддержания жизни для гармоничного сосуществования общества и природы. Основой большинства конкретных проектов в области недропользования является теория комплексного использования всей совокупности ценных составляющих минерального сырья на принципах эколого-экономической эффективности акад. А.Е. Ферсмана.

Разнообразные виды ГПО, как и природное минеральное сырье, имеют сложный многокомпонентный состав, проблемы рационального их использования рассматриваются как составная часть проблемы комплексного природо-, недропользования (Агошков М.И., Бенуни А.Х., Вернадский В.И., Грацерштейн И.М., Калинин В.Т., Киперман Ю.А., Комаров М.А., Кузнецов Г.Д., Ларичкин Ф.Д., Лексин В.Н., Мельников Н.В., Михайлов Б.К., Резниченко В.А., Федосеев В.А., Ферсман А.Е.).

В современной концепции рационального природопользования особое место занимают экологические проблемы (Агошков М.И., Бенуни А.Х., Бобылев С.Н., Вернадский В.И., Гиусов Э.В., Ларичкин Ф.Д., Лексин В.Н., Мельников Н.В., Резниченко В.А., Трубецкой К.Н., Ферсман А.Е., Чантурия В.А.), что требует учета экологических эффектов, достигаемых в результате повышения полноты комплексного использования природного и техногенного сырья.

Рациональное использование природного и техногенного минерального сырья во многом обеспечивается при геологическом изучении и геолого-экономической оценке выявленных ресурсов, что обуславливает необходимость разработки специфических методических подходов к экономическому обоснованию параметров кондиций для оконтуривания и подсчета промышленных запасов многокомпонентного сырья и отдельных ценных компонентов в нем (Агошков М.И., Быбочкин А.М., Виноградов В.Н., Ларичкин Ф.Д., Сечевица А.М.).

Анализ показывает, что точки зрения исследователей по целому ряду методологических положений рационального недропользования, комплексной переработки многокомпонентного сырья зачастую являются противоречивыми. Важнейшие теоретические вопросы оценки экономической эффективности получения каждого из ценных компонентов техногенного сырья остаются недостаточно исследованными. Поэтому они нуждаются в дальнейшем развитии применительно к современным условиям хозяйствования. Проблемы стоимостной оценки ГПО как ВМП не разработаны и практически не рассматриваются в публикациях.

**Методология и методы исследования.** Теоретической и методологической основой исследования являются работы отечественных и зарубежных авторов в области экономики рационального экологосбалансированного природо-, недропользования и теории управления. Основным методологическим принципом является системный подход к исследованию проблем эколого-экономической эффективности комплексного использования техногенных минеральных ресурсов, что потребовало привлечения методов исследования из других областей научного познания, в частности методов геологического и технологического изучения сырьевых ресурсов.

В диссертации применены методы междисциплинарного системного подхода, логического, ситуационного анализа, а также существующие методы оценки эффективности вариантов производства и инвестиционных проектов на предприятии. В диссертации использованы методы экономического анализа проблем комплексного использования техногенного сырья, развития предприятий и организаций природно-ресурсного комплекса, а также методы статистики, графического моделирования и экспертных оценок.

Диссертационная работа выполнена на основе анализа и обобщения аналитической и статистической информации о деятельности горнопромышленных предприятий минерально-сырьевого комплекса Мурманской области, ОАО «Ковдорский ГОК», научных публикаций, а также результатов собственных исследований автора.

#### **Научные положения, выносимые на защиту:**

1. Для рационализации сферы обращения с отходами производства и потребления в России необходимо выявить основные барьеры на пути масштабной комплексной утилизации ГПО.

2. Одним из эффективных направлений решения проблем с ГПО является снижение их выхода и объема на всех стадиях и операциях производства горнопромышленной продукции.

3. Учитывая низкую относительную величину косвенных затрат на добычу и подготовку к комплексной утилизации техногенного сырья, предварительная оценка экономической эффективности производства каждого из ценных компонентов техногенного сырья может определяться из условия компенсации только прямых производственных затрат, непосредственно связанных с его извлечением из горнопромышленных отходов.

4. Для повышения обоснованности оконтуривания и подсчета промышленных запасов многокомпонентного техногенного сырья необходима методика аналитического определения предельного (браковочного, бортового) содержания каждого ценного составляющего ГПО.

5. Основой экономических стимулов и заинтересованности потенциальных переработчиков и предприятий-владельцев ГПО является научно обоснованный взаимоприемлемый уровень договорных цен на ГПО, обеспечивающий рентабельность операций приема-передачи ГПО.

**Научная новизна диссертационного исследования** определяется следующими результатами теоретического и прикладного характера:

- выявлены основные барьеры на пути масштабной комплексной утилизации ГПО, заключающиеся в несовершенстве нормативно-правовой базы; ограниченности традиционной методики оценки экономической эффективности и неразработанности методических подходов к обоснованию рационального уровня цен на различные (особенно многокомпонентные) отходы; отсутствию у предприятий экономических стимулов к утилизации ГПО;

- в содружестве с учеными институтов КНЦ РАН и ВНИМИ разработана методика опережающих инженерно-геологических и геомеханических исследований массива горных пород при эксплуатации глубоких карьеров с максимальными углами устойчивых бортов, позволяющая минимизировать риски их обрушения и, тем самым, существенно сократить объемы вскрышных пород и выхода ГПО;

- обоснована методика оценки экономической эффективности комплексной утилизации ГПО, включающая два этапа: **предварительная** оценка эффективности извлечения (производства) каждого без исключения «основного» и «попутных» ценных компонентов в отдельности (из условия возмещения только прямых производственных затрат, непосредственно связанных с извлечением конкретного компонента) и **окончательная** оценка эффективности комплексной утилизации в целом из условия возмещения общей суммы прямых и косвенных затрат на добычу и комплексную переработку многокомпонентных горнопромышленных отходов;

- предложен метод аналитического определения предельного (браковочного, бортового) содержания каждого из ценных компонентов ГПО из условия возмещения только прямых дополнительных затрат, возникающих при организации его производства, а при определении минимально-промышленного содержания условного компонента предложено включать в расчет только те ценные составляющие, содержание которых выше соответствующего предельного (браковочного, бортового);

- научно обоснованный взаимоприемлемый уровень цен на ГПО предложено определять с использованием механизма последовательных согласовательных процедур распределения между их предприятиями-владельцами и потенциальными переработчиками общего народнохозяйственного экономического эффекта конкретного проекта утилизации отходов, на основе оценки реального вклада каждого участника в реализацию совместного проекта, с объективно возможным уменьшением на величину прогнозируемых затрат на обращение с ГПО в рамках предприятия, на которых они образуются.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Настоящая работа вносит вклад в теорию экономики природопользования, составной частью которой является выявление специфических особенностей и закономерностей рациональной комплексной экологосбалансированной утилизации ГПО, актуальность и значимость которой постоянно возрастает в связи с ростом потребностей национальной и мировой экономики в минерально-сырьевой продукции, сокращением и ухудшением качества исчерпаемых невозпроизводимых минеральных ресурсов и объективным увеличением объемов образования ГПО.

Практическая значимость исследования определяется прикладным характером разработанных научных положений и выводов диссертации, направленных на повышение эколого-экономической эффективности всех стадий изучения и обращения с многокомпонентными ГПО, вовлечения их в повторное использование и расширение сырьевой базы минерально-сырьевого комплекса. Практические результаты исследования позволили подготовить дополнительную резервную сырьевую базу ОАО «Ковдорский ГОК» и могут найти применение на различных горнопромышленных предприятиях для повышения эффективности обращения с отходами и вовлечения их в экономически эффективную переработку.

### **Степень достоверности и апробации результатов исследования.**

Достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, обеспечивается применением современных экономических теорий и методов исследования, апробированного методического инструментария, анализом большого числа отечественных и зарубежных источников по исследуемой и смежным проблемам, практически расчетами по разработанным методическим положениям на основе фактических данных одного из типичных видов многокомпонентных ГПО – хвостам обогащения бадделеит-апатит-магнетитовых руд Ковдорского месторождения.

Основные положения и выводы диссертации докладывались на международных и региональных научно-практических конференциях (Екатеринбург, 2011; Апатиты, 2011, 2012), на Техническом совете ОАО «Ковдорский ГОК» (Ковдор, 2009-2012), на семинарах профессорско-преподавательского состава Филиала СПбГИЭУ (Апатиты, 2011-2012), на научных семинарах и Ученом совете ИЭП КНЦ РАН (Апатиты, 2011-2013).

Предложенные в работе методы и оценки применяются геологической, технической и экономической службами ОАО «Ковдорский ГОК» при разработке и технико-экономическом обосновании стратегических планов предприятия, при формировании и утверждении технической и инвестиционной политики, совершенствовании методов определения объемов промышленных запасов многокомпонентного минерального сырья и каждого из ценных компонентов в них при эксплуатационной разведке, а



также при изучении и оценке новых геологических объектов в районе расположения производственных подразделений ОАО «Ковдорский ГОК» и МХК «Еврохим», а также в учебном процессе при проведении учебных занятий по дисциплине «Экономика комплексного использования сырьевых ресурсов» в Филиале ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский экономический университет в г. Апатиты.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ с авторским участием 1,1 п.л., в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК, 6 статей.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 132 наименования, изложена на 190 страницах машинописного текста и содержит 5 рисунков, 32 таблицы.

## II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность выбранной темы, рассматривается степень ее разработанности, формулируется цель и решаемые в диссертации задачи, излагается научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, научные положения, выносимые на защиту, охарактеризованы степень достоверности и апробации результатов.

**В главе 1 «Методические проблемы геолого-экономической оценки эффективности освоения многокомпонентного техногенного сырья»** обобщен и критически проанализирован отечественный и зарубежный опыт обращения с отходами как составной части рационального экологосбалансированного природопользования; рассмотрены и охарактеризованы варианты классификации отходов (по составу, агрегатному состоянию, классам опасности т.д.); проанализированы современные объемы накопления и утилизации горнопромышленных отходов (ГПО) в мире, в России и Мурманской области; выявлены барьеры на пути комплексной утилизации ГПО; разработана методика оценки эколого-экономической эффективности комплексной утилизации ГПО.

Проблема переработки ГПО рассматривается как важная составная часть общей социо-эколого-экономической системы рационального природопользования. Анализ существующей практики использования ГПО должен основываться на системном подходе и учитывать геологические, технологические, экономические, природоохранные и социальные характеристики по всему циклу добычи, комбинированной переработки и обращения с вторичными отходами по принципу «от земли до земли».

В последние десятилетия в развитых странах, в частности, в государствах членах ЕС за счет систематического наращивания НИОКР удалось значительно увеличить рентабельное вовлечение отходов в хозяйственный оборот для получения минерально-сырьевой продукции, выработки теп-

ловой и электрической энергии, сократить объемы захоронения отходов на полигонах, соответственно снизить негативное их воздействие на природную среду и здоровье людей.

Целесообразность вовлечения отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья доказана многолетней практикой во многих странах мира. Например, в сырьевом балансе США и Японии доля отходов составляет до 26%, у большинства экономически развитых стран этот показатель колеблется в пределах 16-20%, в СССР он составлял 15%, в современной России - около 10%.

Заслуживает пристального внимания развитие законодательства, практических достижений и положительного опыта по обращению с отходами в странах Европейского союза (ЕС). В ЕС осуществляются комплексные меры для стимулирования трех взаимосвязанных направлений: а) предотвращение или сокращение образования отходов и снижение их опасных свойств; б) вовлечение отходов в хозяйственный оборот; в) сокращение отходов, направляемых на окончательное захоронение.

С 1973 г. в ЕС принято шесть среднесрочных программ по охране окружающей среды, каждая из которых представляет собой политико-правовой документ, определяющий конкретные цели, задачи и приоритетные мероприятия на ближайшую перспективу. Например, основные целевые показатели Шестой программы предусматривают сокращение по сравнению с 2000 г. уровня захоронения отходов на 20% к 2010 г. и на 50% к 2050 г., в те же сроки и примерно в тех же пределах - объемов образования опасных отходов.

Директивой 96/61/ЕС введены в нормы европейского права понятие «наилучшие доступные технологии» (НДТ). Начиная с 1996 г. подготовлены 33 европейских справочника по НДТ для различных отраслей промышленности, через каждые 5-7 лет проводится их переработка. Авторские права на справочники по НДТ допускают свободный перевод на другие языки и использование.

Ежегодный общемировой объем добычи полезных ископаемых приближается к 500 млрд. т, а объем одновременно извлекаемых из недр вмещающих пород составляет более 800 млрд. т. Таким образом, годовой объем образуемых ГПО в мире уже превышает 1000 млрд. т.

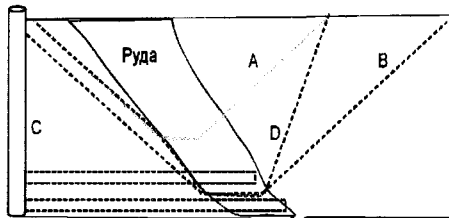
В России к настоящему времени накоплено по разным оценкам от 40 до 100 и более млрд. т ГПО.

Для рационализации сферы обращения с отходами производства и потребления в России необходимо выявить основные барьеры на пути масштабной комплексной утилизации ГПО (первое защищаемое положение). Основными из них являются: несовершенство нормативно-правовой базы; отсутствие экономических механизмов стимулирования деятельности по сбору, переработке и утилизации отходов; огра-

ниченность традиционной методики оценки экономической эффективности и обоснования рационального уровня цен на различные (особенно многокомпонентные) отходы, отсутствие у предприятий экономических стимулов. Также требует уточнения сфера полномочий субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в области обращения с отходами.

Проблема обращения с отходами производства и потребления является одной из наиболее актуальных экологических и экономических проблем в регионах Севера и Арктики, в частности, Мурманской области. Интенсивное недропользование на протяжении более 80 лет значительно изменило рельеф региона: на нем появились техногенные горы из ГПО высотой до 60 м, в которых по подсчетам специалистов и статистическим данным по состоянию на 01.01. 2011 г. накоплено более 8 млрд. т; карьеры – глубиной свыше 500 м; хвосты - и шламохранилища площадью в несколько тысяч га и высотой до 50 м, при этом несколько гор, озер и рек исчезло с лица земли. Среднегодовой объем образования отходов производства и потребления в области превышает 20 млн. т.

**Одним из эффективных направлений решения проблем с ГПО является снижение их выхода и объема на всех стадиях и операциях производства.** В этом направлении автором в содружестве с учеными институтов КНЦ РАН и ВНИМИ разработана методика опережающих инженерно-геологических и геомеханических исследований массива горных пород при эксплуатации глубоких карьеров с максимальными углами устойчивых бортов, позволяющая минимизировать риски их обрушения и сократить объемы вскрышных пород и выхода ГПО (рисунок 1).



**Рисунок 1 - Схема освоения глубоких горизонтов: D – вариант глубокого карьера с максимальными углами устойчивых бортов**

В частности, в условиях карьера ОАО «Ковдорский ГОК» увеличение наклона конечного борта с 40 до 50° (зависит от параметров конкретных пород) сокращает объем вскрышных пород и выхода ГПО на 40% (примерно 4% на 1° увеличения угла) при сохранении его прежних размеров по поверхности и глубине.

Особенность освоения многокомпонентного горнопромышленного сырья заключается в том, что экономическая эффективность использования природного и техногенного сырья в целом еще не гарантирует эффективности производства каждого из содержащихся в нем ценных компонентов и наоборот.

Существующий методологический подход к оценке эффективности освоения многокомпонентного сырья основывается на возмещении полных затрат на производство оцениваемого компонента в условиях монопродуктовых предприятий. На практике это приводит к завышению затрат на производства каждого отдельного компонента, а следовательно, к необоснованному сужению экономически эффективных границ комплексного использования ГПО.

Эколого-экономические достоинства комплексного использования сырья и возникновение синергетического эффекта наглядно представлены при сравнительном анализе моделей индивидуального (монопродуктового), интегрированного и комплексного производств, организуемых на базе одного и того же техногенного месторождения многокомпонентных ГПО (рисунок 2).

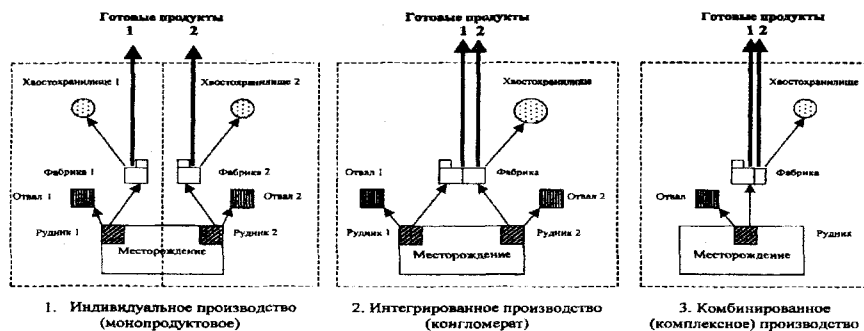


Рисунок 2 - Разновидности моделей производств при использовании месторождения многокомпонентных ГПО

Следует отметить важную особенность использования ГПО: в сравнении с использованием природного минерального сырья, относительная величина совокупных косвенных затрат на добычу и подготовку к комплексной утилизации техногенного сырья – ГПО (особенно отходов обогащения) существенно ниже.

В связи с этим в диссертации обоснована методика оценки экономической эффективности комплексного использования техногенного сырья – ГПО, включающая два этапа:

1) предварительная оценка экономической эффективности извлечения каждого из ценных компонентов сырья в отдельности, которая определяется из условия возмещения только прямых производственных затрат, связанных с организацией извлечения оцениваемого компонента, без учета косвенных расходов;

2) окончательная оценка экономической эффективности комплексной утилизации техногенного сырья в целом, которая выявляется из условия возмещения общей суммы прямых и косвенных затрат на добычу и комплексную переработку сырья при учете тех компонентов, извлечение которых экономически оправдано в соответствии с принципом этапа 1.

Перечисленные принципы рекомендуемой методики применительно к многокомпонентным ГПО с учетом основных положений действующих методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов представлены следующей системой неравенств:

$$\begin{cases} \sum_{t=0}^T (U_{it} - Z_{nit} - K_{nit} \pm \mathcal{E}_{it})(1+E)^{-t} \geq 0 & (1) \\ ЧДД = \sum_{t=0}^T (U_t - Z_t - K_t \pm \mathcal{E}_t)(1+E)^{-t} \geq 0 & (2) \end{cases}$$

где -  $U_{it}$  – цена  $i$ -го компонента в готовой продукции в году  $t$ ;  $Z_{nit}$ ,  $K_{nit}$  – прямые, соответственно, текущие и единовременные затраты на производство  $i$ -го компонента в готовой продукции в году  $t$ ;  $\mathcal{E}_{it}$  – экологическая составляющая (учитывающая и выгоды и затраты) извлечения  $i$ -го компонента из ГПО в году  $t$  (может быть положительной и отрицательной);  $U_t$  – экономический результат (общая стоимость реализованной продукции с учетом всех ценных компонентов, извлечение которых удовлетворяет условию (1) в  $t$ -ом году;  $Z_t$  – общие эксплуатационные затраты на добычу и комплексную переработку ГПО в  $t$ -ом году (без учета амортизационных отчислений);  $K_t$  – капитальные вложения в  $t$ -ом году;  $\mathcal{E}_t$  – общий экологический результат комплексной переработки ГПО в году  $t$ ;  $E$  – коэффициент дисконтирования, значение которого рекомендуется принимать на основе процента банковской ставки (применительно к разработке месторождений ГКЗ РФ рекомендует на уровне 10-15%);  $t = 0$  – год начала эксплуатации (реализации проекта);  $T$  – год завершения инвестиционного проекта (эксплуатации месторождения, общий горизонт расчета не более 20 лет).

Предлагаемый в диссертации метод оценки экономической эффективности использования техногенного сырья, по сравнению с традиционным, существенно расширяет экономически эффективные границы комплексного использования ГПО.

В главе 2 «Обобщение и систематизация работ по изучению и промышленному использованию отходов (хвостов) обогащения в ОАО «Ковдорский ГОК» проанализированы работа предприятия, научно-исследовательских и проектных организаций по исследованию, разработке, проектированию и освоению технологии добычи и переработки наиболее богатой части накопленных хвостов обогащения 1-го поля хвостохранилища; работы по разведке, технологической и геолого-экономической оценке более бедных хвостов обогащения 2-го поля хвостохранилища, выполненные под руководством и непосредственным участии автора; разработаны методологические подходы к обоснованию параметров кондиций для оконтуривания и подсчета промышленных запасов многокомпонентного сырья.

Отходы переработки магнетитовых и апатитовых руд Ковдорского месторождения складированы в хвостохранилище: в период 1962-1981 гг. в 1-е поле, в период с 1982 г. по настоящее время – во 2-е поле хвостохранилища. Основной объем 1-го поля хвостохранилища сформирован до ввода в 1975 г. в эксплуатацию апатит-бадделейтовой обогатительной фабрики (АБОФ) и представлен хвостами мокрой магнитной сепарации (ММС), обогащенных апатитом и бадделейтом.

Добыча и транспортировка сырья техногенного месторождения осуществляется с 1995 г. штатным оборудованием предприятия. Результаты переработки лежалых «хвостов» приведены в табл. 1. Как следует из табл. 1, содержание ценных компонентов в «хвостах» выше, чем в первичной руде из основного карьера (в 2007-2008 гг.  $P_2O_5$  - 7,12-7,19 %.  $ZrO_2$  – 0,15-0,16 %). Качественные показатели обогащения лежалых «хвостов» за исключением извлечения  $P_2O_5$ , в начальный период практически находились на уровне показателей при переработке руд коренного месторождения, а с вовлечением в переработку все в больших объемах тонкозернистых хвостов нижних горизонтов извлечение  $P_2O_5$  в апатитовый концентрат существенно снижается.

С вводом в 2007 г. в ОАО «Ковдорский ГОК» новой фабрики по переработке хвостов возникла задача обеспечения ее сырьем. Поэтому было принято решение о геологическом изучении запасов хвостов 2-го поля хвостохранилища для технико-экономического обоснования эффективности их промышленного освоения.

Выполненный комплекс работ по разведке и технологическому изучению этого объекта позволил выполнить подсчет ресурсов, перспективных для повторной переработки, а также разработать все необходимые технические и технологические решения, обеспечивающие возможность получения из бедного сырья, содержащего в среднем 4,6%  $P_2O_5$ ,  $Fe_{вал}$  4,26% и  $ZrO_2$  0,21%, кондиционных апатитового, железорудного и бадделейтового концентратов при извлечении соответственно 27, 30 и 19%.

Таблица 1 - Показатели переработки лежалых «хвостов» 1-го поля хвостохранилища ОАО «Ковдорский ГОК»

Показатели	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Переработка «хвостов», млн. т.	0,364	3,06	3,21	3,96	3,41	3,83	3,28	2,99	1,19	1,09	5,00	5,45	5,70	4,68	4,56	3,44
Содержание в «хвостах»:																
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	10,43	10,37	10,40	10,62	11,36	10,90	11,03	11,16	11,20	12,14	10,75	10,95	9,98	10,88	11,3	11,3
ZrO <sub>2</sub> , %	0,258	0,38	0,36	0,36	0,36	0,35	0,32	0,33	0,29	0,30	0,26	0,30	0,27	0,28	0,286	0,277
Кл. - 0,071 мм, %	13,5	14,0	19,2	17,0	21,0	25,9	29,8									
Влаги, %	7,2	7,2	7,5	7,6	8,4	9,4	9,7	10,25	10,12	8,88	11,34	14,71	14,48	16,43	17,1	19,0
Произведено апатитового кон-та, тыс. т.	29,0	489,6	491,3	644,1	579,3	598,8	524,6	467,3	179,6	168,5	552,6	577,6	598,2	516,5	461,8	236,4
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в кон-те, %	38,3	38,2	38,0	38,1	38,1	38,2	38,2	38,2	38,1	38,0	37,88	37,74	37,79	37,72	37,26	37,27
Извлечение P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в кон-те, %	56,3	62,7	60,1	62,5	61,6	60,0	60,7	58,9	56,6	50,7	49,0	48,5	48,5	45,2	39,9	27,68
Произведено бадделитового кон-та, тыс. т.	0,148	2,236	2,528	3,265	2,612	2,779	2,233	2,095	0,786	0,81	1,114	0,296	1,321	1,881	2,07	1,29
Содержание ZrO <sub>2</sub> в кон-те, %	98,3	98,1	98,0	98,3	98,2	98,4	98,5	98,6	98,53	98,58	98,56	98,41	98,58	98,54	98,55	98,46
Извлечение ZrO <sub>2</sub> в кон-те, %	18,0	20,2	23,4	24,4	25,3	25,5	25,4	25,6	24,8	26,3	25,76	23,71	26,39	16,82	18,9	16,42

Для обоснованного оконтуривания (в рамках выявленных ресурсов), подсчета промышленных запасов техногенного месторождения и ценных компонентов в них, критически рассмотрены действующие Методические рекомендации Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) РФ, имеющиеся в литературе методические подходы к определению основных параметров кондиций для условий многокомпонентного сырья природного и техногенного происхождения с точки зрения комплексного использования для производства не одного, а нескольких ценных компонентов на экономически рациональной основе.

При этом выявлены существенные недостатки действующих Методических указаний по обоснованию параметров кондиций на многокомпонентное минеральное как природное, так и техногенное сырье, на практике существенно ограничивающие, сужающие, а в ряде случаев исключают полностью возможность его комплексного использования.

В связи с этим доказано, что оконтуривание и подсчет промышленных запасов многокомпонентного техногенного сырья необходимо осуществлять на основе предельных (браковочных) содержаний каждого как «основного», так и всех «попутных» компонентов, соответствующих их бортовым содержаниям, и минимально-промышленного содержания условного компонента (в пересчете всех ценных компонентов в основной целевой компонент).

Для повышения обоснованности оконтуривания и подсчета промышленных запасов многокомпонентного техногенного сырья необходима методика аналитического определения предельного (браковочного, бортового) содержания каждого ценного составляющего ГПО, разработка которой осуществлена в диссертации.

Предельные (браковочные, бортовые) содержания предложено определять из условия возмещения только прямых производственных затрат, возникающих при организации производства компонента, а при определении минимально-промышленного содержания условного компонента учитывать только те ценные составляющие, содержания которых выше соответствующего предельного (бортового).

Таким образом, в диссертации впервые предложена научно обоснованная методика количественного расчета основных параметров кондиций для оконтуривания и подсчета промышленных запасов техногенного минерального сырья. Разработанная методика дает возможность обеспечить максимальную экономическую эффективность комплексного использования горнопромышленных отходов.

В главе 3 «Геолого-экономическая оценка эффективности освоения разведанных запасов техногенного месторождения ОАО «Ковдорский ГОК» обобщены современные методические подходы к стоимостной оценке ГПО как ВМР, разработана методика и процедура обоснова-



ния и согласования рационального взаимоприемлемого уровня договорных цен на ГПО, обеспечивающего экономическую эффективность операций приема-передачи как для потенциальных переработчиков, так и предприятий-владельцев ГПО; обоснована методика определения перспективных цен на продукцию, получаемую из сырья техногенного месторождения и прямых затрат на производство каждого ценного компонента из промышленных отходов для предприятия ОАО «Ковдорский ГОК»; определены параметры кондиций и подсчитаны промышленные запасы ГПО во 2-м поле хвостохранилища, выполнен технико-экономический расчет эффективности их промышленного освоения.

Среди значительного количества барьеров на пути утилизации ГПО, особенно сложные проблемы и острые, порой непримиримые, споры между контрагентами - производителями и переработчиками - возникают при стоимостной оценке и согласовании цен на разного рода полуфабрикаты, промежуточные продукты (шламы, шлаки, стоки, пыли, возгоны, хвосты обогащения и другие текущие и накопленные отходы разных стадий производства). Наиболее ярко такая ситуация возникает при организации переработки (утилизации) накопленных (лежалых) ГПО.

Анализ опыта обращения с отходами показывает, что по мере развития технологии использования ГПО и совершенствования процесса переработки, повышается качество получаемой на их основе продукции: от суррогатного неполноценного заменителя до высококачественной высококонкурентной продукции. В результате, первоначально бросовые, не имеющие стоимости отходы становятся ценным сырьем и должны получать адекватную стоимостную оценку.

С точки зрения экономической теории, безвозвратные потери и неиспользуемые отходы не подлежат стоимостной оценке, поскольку в момент образования они не имеют потребительной стоимости, следовательно, не могут иметь и меновой стоимости.

Однако с начала промышленной переработки ГПО переходят в категорию используемых, включаются в номенклатуру минерального сырья, пригодного для комплексной переработки и должны оцениваться на основе общих принципов ценообразования. Следовательно, меновая стоимость (цена) определенного объема ГПО должна соответствовать его потребительной стоимости.

Такой качественный переход ГПО из категории бросовых, неиспользуемых отходов в момент их образования в категорию полезной продукции после разработки эффективной технологии утилизации ГПО на практике осложняет их производительное использование. Проблема заключается в том, что предприятия-владельцы ГПО стараются получить прибыль от их реализации, а для потребителей любая, даже чисто символическая,

цена вчера еще никому ненужных отходов является психологически отталкивающим фактором.

Поэтому в диссертации сформулировано следующее защищаемое положение:

**Основой экономических стимулов и заинтересованности потенциальных переработчиков и предприятий-владельцев ГПО является научно обоснованный взаимоприемлемый уровень цен на ГПО, обеспечивающий рентабельность операций приема-передачи ГПО.**

Решение этой проблемы заключается, с одной стороны, в разработке научно обоснованной методологии оценки экономической эффективности утилизации ГПО в направлении более полного учета всех дополнительных эффектов и затрат предприятий-владельцев отходов и потенциальных их потребителей, с другой, - в разработке методики стоимостной оценки отходов и формирования взаимовыгодной цены на договорной основе с использованием процедур сближения и согласования позиций. В частности, окончательная договорная цена ГПО должна определяться из согласованного распределения между участниками общего экономического эффекта конкретного проекта утилизации на основе оценки вклада каждого участника в реализацию совместного проекта.

Обоснование перспективных цен на продукцию, вырабатываемую из техногенного сырья предложено определять на основе анализа тенденций изменения мировой конъюнктуры, в частности применительно к исследуемому техногенному объекту ОАО «Ковдорский ГОК» по фосфатному сырью и удобрениям, которые, в свою очередь, во многом определяются конъюнктурой мирового сельскохозяйственного рынка.

С учетом обоснованных таким образом цен и прямых затрат на производство каждого из концентратов определены предельные (браковочные, бортовые) содержания каждого из ценных компонентов и минимально-промышленное содержание условного компонента (в пересчете на  $P_2O_5$ ) и выполнен подсчет промышленных запасов и прогнозных ресурсов (на участке в районе прудка-отстойника действующего хвостохранилища, не доступного для проведения геологоразведочных работ).

На основе выполненных расчетов, в качестве основного варианта переработки предварительно оцененных и подсчитанных запасов отходов (хвостов) 2-го поля хвостохранилища рекомендуется совместная отработка 1-го и 2-го сортов, обеспечивающая рентабельность производства: положительный ЧДД, приемлемый индекс доходности, но характеризующаяся большим сроком окупаемости капиталовложений и небольшим запасом прочности (ВНД чуть больше принятой минимальной нормы ставки дисконтирования).

Поэтому рекомендуется дополнительно оценить следующие варианты возможного повышения эффективности переработки отходов (хвостов) 2-го поля хвостохранилища:

1. На основе обоснованных в настоящей работе параметров кондиций бортовых (браковочных) содержаний полезных компонентов выделить из общих запасов отходов более богатую часть.

2. Определить эффективность использования земснарядов для переработки рыхлых отходов 2-го поля хвостохранилища, учитывая сложности гидрогеологических условий отработки отходов как 1-го, так и, особенно, 2-го поля, а также большие затраты на осушение действующего карьера на 1-м поле. Если использовать земснаряд, то не потребуются работы по осушению залежи, значительную часть шламов можно будет сбрасывать на месте и не транспортировать на обогатительную установку.

В целом горнопромышленные отходы 2-го поля хвостохранилища являются дополнительной сырьевой базой, которая учитывается в стратегии долгосрочного развития ОАО «Ковдорский ГОК».

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В диссертации предлагается новое решение актуальной научной проблемы – экономической оценки разведки и комплексного использования отходов обогащения апатит-бадделейт-магнетитовых руд в условиях эксплуатируемого хвостохранилища.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Более низкий уровень использования горнопромышленных отходов (ГПО) в России по сравнению со странами ЕС, обусловлен не отсутствием технологических разработок, а несовершенством организационно-экономического механизма обращения с отходами, методов их стоимостной оценки в качестве вторичного минерального сырья, методологии оценки экономической эффективности комплексной утилизации ценных составляющих, обоснования параметров кондиций для оконтуривания и подсчета промышленных запасов техногенного сырья и каждого из ценных его составляющих, отсутствием у предприятий реальных экономических стимулов переработки ГПО.

2. Разработана методика опережающих инженерно-геологических и геомеханических исследований массива горных пород при эксплуатации глубоких карьеров с максимальными углами устойчивых бортов, позволяющая минимизировать риски их обрушения за счет достижения высокого уровня детальности и достоверности данных об инженерно-геологических и геомеханических параметрах приконтурного (законтурного) массива пород и, тем самым, существенно сократить объемы вскрышных по-

род, соответственно выхода ГПО и их негативного влияния на окружающую среду.

3. Методом графического моделирования вариантов монопродуктового, интегрированного и комплексного (многопродуктового) использования месторождения многокомпонентного минерального как природного, так и техногенного сырья доказана ограниченность традиционной методики оценки экономической эффективности его комплексной переработки. Варианты проиллюстрированы конкретным числовым примером.

4. Предложена методика оценки эколого-экономической эффективности комплексной утилизации ГПО, позволяющая: 1) предварительно определять эффективность извлечения каждого «основного» и «попутных» ценных компонентов из условия возмещения только прямых производственных затрат, непосредственно связанных с организацией производства конкретного компонента, и 2) окончательно оценивать эффективность комплексной утилизации в целом из условия возмещения общей суммы прямых и косвенных затрат на добычу и комплексную переработку конкретного вида многокомпонентных ГПО с учетом производства той части ценных компонентов, реализация которых обеспечивает возмещение соответствующих прямых затрат.

5. В дополнение к минимально-промышленному содержанию условного компонента разработана методика аналитического определения предельного (браковочного, бортового) содержания каждого ценного составляющего ГПО из условия возмещения только прямых затрат на его производство, обеспечивающая повышение обоснованности оконтуривания и подсчета промышленных запасов многокомпонентного техногенного сырья.

6. Обоснована целесообразность определения рационального уровня цены ГПО с использованием механизма последовательных согласовательных процедур распределения между их предприятиями-владельцами и потенциальными переработчиками общего народнохозяйственного экономического эффекта конкретного проекта утилизации отходов, на основе оценки реального (предполагаемого - в случае отсутствия конкретного заинтересованного потребителя) вклада каждого участника в реализацию совместного проекта, с объективно возможным уменьшением на величину прогнозируемых затрат на обращение с ними в рамках предприятия, на которых они образуются.

7. На основе выполненных расчетов, в качестве основного варианта повторной отработки предварительно оцененных и подсчитанных запасов отходов обогащения 2-го поля хвостохранилища рекомендована совместная отработка 1-го и 2-го сортов выявленного техногенного сырья, обеспечивающего рентабельность производства.

8. Имеются перспективы увеличения рентабельных к отработке запасов отходов за счет более богатых по апатиту прогнозных ресурсов, а также принципиальные направления поиска возможности повышения эффективности производства за счет выделения относительно более богатой части предварительно оцененных и подсчитанных запасов, или перехода на способ отработки рыхлых отложений с применением современных земснарядов, не требующего работ по предварительному осушению залежи и позволяющего значительную часть шламов сбрасывать на месте и не транспортировать на обогатительную установку.

9. В целом доказано, что техногенные отходы обогащения 2-го поля хвостохранилища являются подготовленной дополнительной резервной сырьевой базой ОАО «Ковдорский ГОК», которая учитывается в стратегии долгосрочного развития предприятия.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ АВТОРА:**

### **В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Переин В.Н. Теория и практика ценообразования на продукцию комплексной переработки минерального сырья /Ларичкин Ф.Д., Воробьев А.Г., Глущенко Ю.Г., Азим Иброхим, Переин В.Н., Иванов М.А. //Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2010, №32(89). – С. 24-30. (0,8/0,13 п.л.).

2. Переин В.Н. Методика оценки эколого-экономической эффективности комплексного использования минерального сырья /Ларичкин Ф.Д., Азим Иброхим, Глущенко Ю.Г., Переин В.Н., Алиева Т.Е. //Горный журнал, 2011, №2. – С. 21-24. (0,6/0,12 п.л.).

3. Переин В.Н. О методологии обоснования параметров кондиций на месторождениях многокомпонентных руд: Анализ нормативно-методической документации /Ларичкин Ф.Д., Азим Иброхим, Глущенко Ю.Г., Переин В.Н., Хамзин Б.С. //Горный журнал, 2011, №7. – С. 36-39. (0,5/0,1 п.л.).

4. Переин В.Н. О методологии обоснования параметров кондиций на месторождениях многокомпонентных руд: Учет специфики комплексного использования сырья при обосновании параметров кондиций / Ларичкин Ф.Д., Азим Иброхим, Глущенко Ю.Г., Переин В.Н., Хамзин Б.С. //Горный журнал, 2011, №8. – С. 69-72. (0,65/0,13 п.л.).

5. Переин В.Н. Модернизация минерально-сырьевой базы в стратегии долгосрочного развития Ковдорского ГОКа /Петрик А.И., Быховец А.Н., Сохарев В.А., Переин В.Н., Сердюков А.Л. //Горный журнал, 2012, №10. – С. 12-17. (0,8/0,16 п.л.).

6. Переин В.Н. Экономическая эффективность утилизации отходов обогащения и подготовки резервной сырьевой базы предприятия / Мелик-Гайказов И.В., Ковырзина Т.А., Ларичкин Ф.Д., Белобородов В.И., Переин В.Н. //Труды Карельского научного центра РАН, 2012, № 6. – С. 172-181. (1,1/0,22 п.л.).

**В прочих изданиях:**

7. Переин В.Н. Эффективность комбинированной переработки отходов обогащения ОАО «Ковдорский ГОК» /Мелик-Гайказов И.В., Белобородов В.И., Ларичкин Ф.Д., Ковырзина Т.А., Переин В.Н. //Труды научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР». Т. 2. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – С. 587-595. (0,75/0,15 п.л.).

8. Perein V.N. New Structural Engineering Survey Method for Design and Operation of Deep Open Pit Mines /Melikhova G.S., Zhirov D.V., Perein V.N. //World Finance Review, March 2012. – p. 10-11. (0,3/0,1 п.л.).